

数値シミュレーションプログラム生成支援環境に関する研究 —差分化・プログラム生成の可視化—

2L-4

Choompol Boonmee 真鍋保彦 渋井俊昭 釣谷浩之 川田重夫
長岡技術科学大学

1. はじめに

現在まで数多くの数値シミュレーション支援システムが研究・開発されてきた[1-5]. そのほとんどは解くべき物理量の偏微分方程式及び境界条件等の必要な情報を入力すると、自動的に数値シミュレーションを行うシステムで、大きく分けると2種類ある. 内部で数値計算を行い数値結果を出力するもの[4,5]と、計算するためのプログラムを生成するものである[1-3]. どちらのシステムでも、与えられた偏微分方程式や境界条件等がどのように離散化し変形されたか、また計算プログラムはどのように設計されたかに関する情報は明確に示されていない. 数値シミュレーションを行った結果が本当に正しいか. 生成された計算プログラムに、適用される数値解法や近似方法等が適切なものか. 又はその解法が正しく適用されているか. このような検証が必要な場合、システムが情報を提供しなければ、ユーザが手動でしなければならない. これは非常に非効率である. 数値シミュレーション支援システムには、計算するプログラムを生成する機能だけではなく、プログラムができるまでの過程の可視化機能も必要であることが分かった.

2. プログラム生成と可視化

我々は現在まで数値シミュレーション

プログラム生成支援環境に関して研究・開発を行ってきた. 方程式の離散化からプログラム生成までの過程をどのように可視化すれば有益であるかについて研究し実現した.

例えば n 個の物理量変数及びそれぞれの偏微分方程式と境界条件を持つ問題を考える. 先ず最初に変数毎に問題を分ける. (V_1, V_2, \dots, V_n). 次にそれぞれの偏微分方程式や境界条件に適切な離散化方法, 数値解法などを選択する. 次にそれぞれの方法に従って離散化を行いその変数を解くためのサブルーチンを設計・作成する.

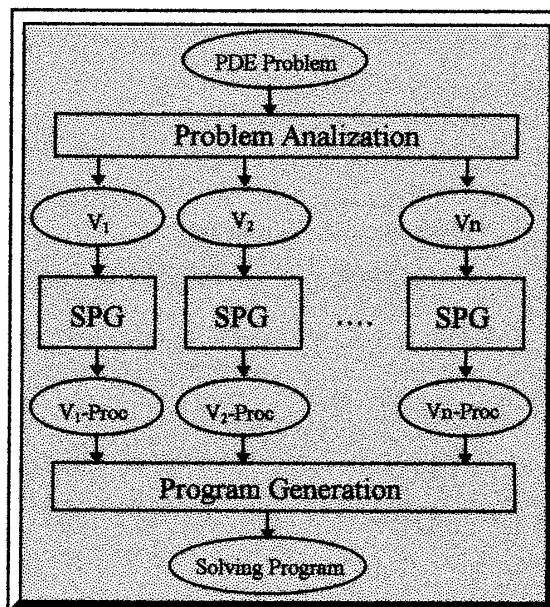


図1. プログラム生成過程の可視化

SPG: Solving Procedure Generator

Vn-Proc: Vnを解くサブルーチン

最後に来上がったルーチンを集め、時間

ステップ, 初期状態, 入出力等を付け加えて計算プログラムを完成する. これらの作業を図1のようにし可視化を実現する. これによりプロセスの全体の概略がよく分かる. 更に変数 V_n について解くサブルーチンを生成する過程 (SPG) が見たい場合は, 別の画面で図2のようにそのサブルーチンの生成過程が可視化される.

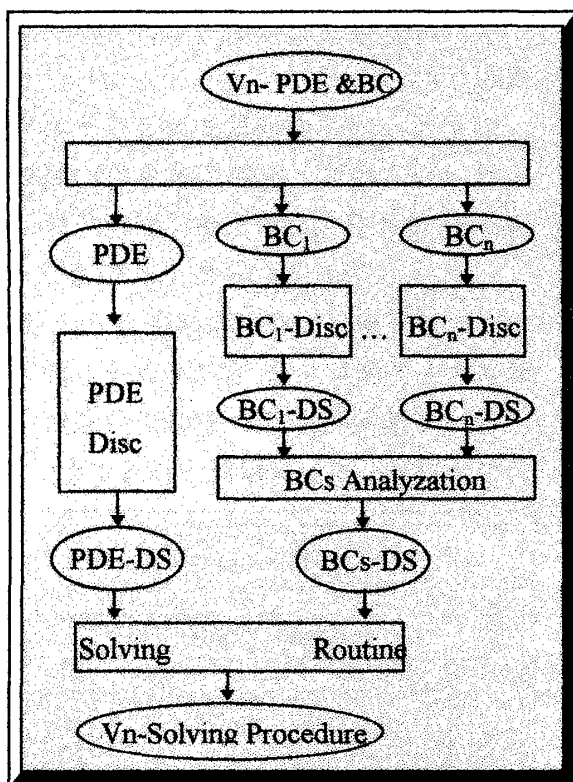


図2. 計算ルーチンの生成

PDE Disc: PDE Discretization
 BC Disc: Boundary Condition Discretization
 PDE DS: PDE Difference Scheme
 BC DS: BC Difference Scheme

図2では解くべき変数 V_n に関する方程式群が, 偏微分方程式 PDE と境界条件群に分けられ, それぞれ離散化される. 次に結果の差分スキームに基づいて V_n を解くサブルーチンを設計・生成する. 更に離散化の過程も見たければまた同様に別の画面で詳しく見ることができる.

3. まとめ

本研究で開発した数値シミュレーショ

ンプログラム生成支援環境 (NCAS System) に可視化機能を追加した. 数値シミュレーション支援環境において, 離散化からプログラム生成までの過程を効率的に可視化することによって計算プログラムやシミュレーション結果の正当性を検証することが容易にできるようになることが分かった.

4. 今後の課題

・現在では離散化・プログラム生成過程を画面に可視化するだけだが, 更に適用されている解法やプログラム内容などの説明など適切な情報を加えて印刷すると, 数値シミュレーションのドキュメントにもなるのでドキュメントの自動化にも貢献できる.

5. 参考文献

- [1] S. Kawata, K. Iijima, C. Boonmee, Y. Manabe: Computer-assisted scientific-computation/simulation-software-development system -including a visualization system-, IFIP Transactions Vol. A-48, pp. 145-153 (1994).
- [2] 佐川暢俊, 金野千里, 梅谷征雄: 数値シミュレーション言語 DEQSOL, 情報処理学会論文誌, 第 30 巻 1 号別刷, Vol. 30, No. 1 pp. 36-45 (1989)
- [3] Cook, G. O.: ALPAL: A Tool for the Development for Large-Scale Simulation Codes, UCID-21482, Lawrence Livermore National Laboratory (1988).
- [4] 富士相互研究所, 汎用流体解析システム -FUJI-RIC/ α -FLOW-.
- [5] Rice, J.: Solving Elliptic Problem Using ELLPACK, Springer-Verlag, p. 497 (1984).